Baterías empleadas en automoción

José GUERRA PÉREZ*

No se trata aquí de efectuar un estudio exhaustivo sobre las baterías, sino de dar unas ideas generales sobre lo que son, cómo funcionan y cómo están construidas.

Aunque me referiré sobre todo a la aplicación de estos dispositivos en la industria del automóvil, es de destacar el vasto campo de utilización en la industria actual, que va desde la electrónica hasta la energía solar, pasando por la obra civil, medicina, etc.

1. Clasificación general de las baterías:

Según la materia activa de que están formadas las placas se pueden clasificar en:

— baterías de plomo.

— baterías de ferro-níquel.

— baterías de cadmio-níquel.

Las baterías de plomo que son las más utilizadas en la industria del automóvil se pueden clasificar, a su vez, según su necesidad de mantenimiento, en:

— baterías de mantenimiento normal.

— baterías de bajo mantenimiento.

— baterías sin entretenimiento.

1.1 *Baterías de plomo normales:*

Por ser ésta el tipo de batería más usual, procederemos a efectuar un análisis más detallado tanto de su construcción como de su funcionamiento.

* Profesor numerario de Tecnología de la Automoción del IFP La Elipa-Ciudad Lineal de Madrid.

Estructura básica: la batería de plomo está formada (según se puede apreciar en la figura n.º 1) por:

— Monobloque.
— Tapa.
— Placas positivas.
— Placas negativas.
— Borne positivo.
— Borne negativo.
— Separadores.
— Piezas de conexión.
— Electrolito.

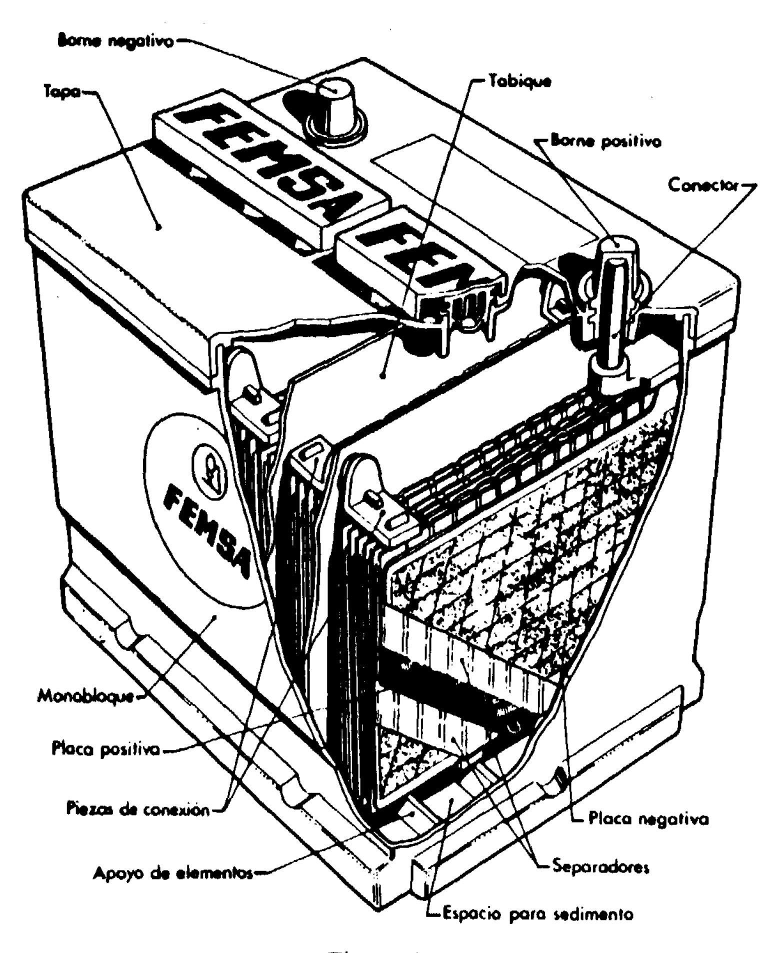


Figura 1

— *Monobloque:* Es el recinto sobre el cual se acoplan todos los elementos del acumulador y constan normalmente de tres o seis celdas, donde se introducen los elementos (placas positivas y negativas).

El material del que está fabricado suele ser ebonita o poliproleno (de más utilización en la actualidad).

— *Tapa:* Tiene como misión cerrar el monobloque una vez que se han introducido las placas y los separadores.

Está fabricada del mismo material que el monobloque. La tapa lleva distribuidos una serie de orificios, para la salida de gases y la adición de agua destilada (uno por cada celda).

— *Placa positiva:* Está constituida por una rejilla empastada con peróxido de plomo (PbO_2) como masa activa. Su alta porosidad permite que el electrolito penetre con facilidad en el interior de las placas.

Las rejillas que sirven como soporte de la materia activa, se diseñan de forma que la corriente eléctrica se distribuya uniformemente por toda la placa, y se fabrican con una aleación de plomo y antimonio. Ver figura n.º 2.

— *Placa negativa:* Está constituida por una rejilla de las mismas características constructivas que la placa positiva, sólo que el peróxido de plomo es sustituido por plomo esponjoso (Pb).

— *Separadores:* Son unos elementos microporosos de forma rectangular que se intercalan entre las placas positivas y negativas. Están construidos de ebonita y lana de vidrio, inalterables a la acción química del ácido sulfúrico. A través de ellos circula el electrolito de forma que esté en contacto con el elemento activo de las placas.

— *Piezas de conexión:* Los elementos de una batería se conectan en serie y sus sistemas de conexión deben tener la sección suficiente para sopor-

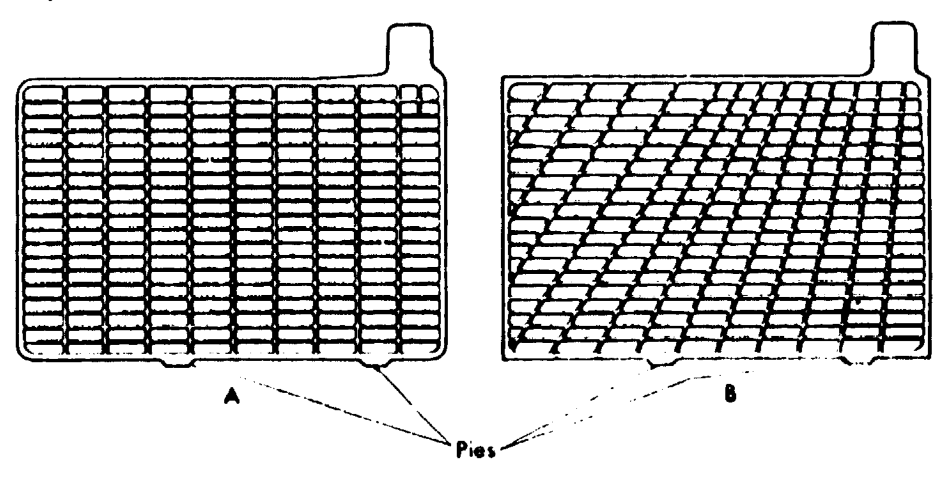


Figura 2

tar, sin calentarse excesivamente, ni romperse, como consecuencia de las altas intensidades de arranque.

Existen varios sistemas para interconexión, pero en la actualidad el más usado consiste en acortar el circuito eléctrico de tal forma que el conexionado entre elementos se efectúa sobre el tabique. Con esto se reduce la resistencia interna y como consecuencia la caída de tensión en descarga de arranque.

— *Electrolito:* En el tipo de batería que nos ocupa el electrolito utilizado es una solución de ácido sulfúrico diluido en agua, cuya densidad oscila entre 1,27 y 1,29 a 25 °C.

El electrolito actúa como conductor de la corriente eléctrica, entre la placa positiva y negativa, a través de los separadores, además de suministrar el sulfato, que al combinarse con la materia activa produce la reacción química necesaria para generar energía.

1.1.1 Funcionamiento de un acumulador en descarga

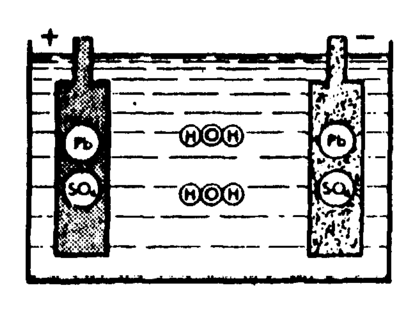
El peróxido de plomo de la placa positiva se combina con el ácido sulfúrico del electrolito y se transforma en sulfato plumboso ($PbSO_4$) (que queda en la placa positiva), liberándose oxígeno (O_2) e hidrógeno (H_2), admitiendo electrones del circuito exterior.

El plomo de la placa negativa se combina con el ácido sulfúrico, formándose sulfato de plomo ($PbSO_4$) y liberándose hidrógeno (H_2) cediendo electrones al circuito exterior.

Durante el proceso de descarga, el electrolito disminuye de densidad y aumenta por tanto la cantidad de agua.

$$PbO_2 + 2SO_4H_2 + Pb \rightarrow SO_4Pb + 2H_2O + SO_4Pb$$

(Ver figura n.º 3.)



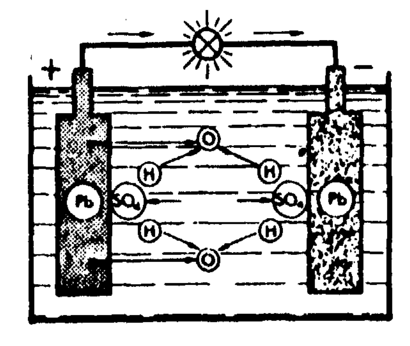


Figura 3

1.1.2 Funcionamiento de un acumulador en carga

Al conectar un generador el establecimiento de la corriente eléctrica en el circuito produce los siguientes fenómenos:

— en la placa positiva el sulfato se transforma en peróxido.

— en la placa negativa el sulfato se transforma en plomo.

— de ambas placas se cede al electrolito el SO_4H_2 con lo cual la densidad del electrolito aumenta.

$$SO_4\,Pb + 2H_2O + SO_4\,Pb \rightarrow PbO_2 + 2SO_4H_2 + Pb$$

(Ver figura n.° 4.)

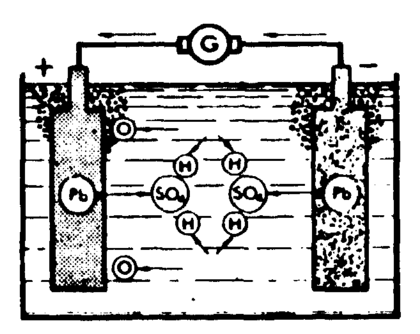


Figura 4

1.1.3 Importancia de la densidad del electrolito en una batería y variables que intervienen

Como hemos dicho anteriormente, en el proceso de descarga disminuye la densidad del electrolito y en la carga aumenta; por lo tanto, si nosotros pudiéramos medir la densidad del electrolito en cualquier momento, podemos conocer el estado de carga de la batería.

Tabla del estado de carga de una batería en función de la densidad del electrolito:

Estado de la carga	*Densidad*	*f.e.m. (por elemento)*
100 %	1,28	2,2 V
75 %	1,24	
50 %	1,21	
25 %	1,18	1,85

Como se puede apreciar en la figura 5, es imprescindible, además de medir la densidad del electrolito, hacer una comprobación de la temperatura del electrolito y efectuar las correcciones pertinentes.

Se ha comprobado que por cada cinco grados de aumento o disminución de temperatura (respecto de la temperatura típica 24 °C) se debe hacer una corrección de 0,0035 unidades de densidad. Por ejemplo, una batería a 5 °C tiene una densidad de electrolito de 1,270. Calcular cuál es la carga de la batería en condiciones normales.

Como la densidad disminuye con la temperatura, tendremos que la densidad del electrolito a 25 °C, será:

$$1{,}270 - (4 \times 0{,}0035) = 1{,}256$$

lo que implica que la batería estaría a un 80 por ciento de carga.

1.1.4 Características típicas de un acumulador de plomo

— *Capacidad:* Se define como capacidad la cantidad de electricidad que es capaz de suministrar un acumulador desde el estado de plena carga hasta

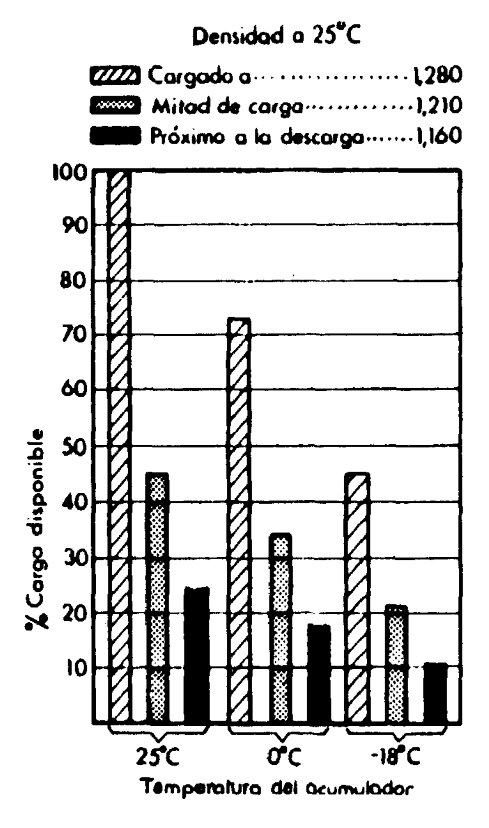


Figura 5

que se descarga completamente. Los factores que intervienen en la capacidad son:

— dimensiones y número de placas por elemento.

— separación y resistencia interna de las placas, separadores, conectores, conexiones, etc.

— régimen de descarga.

— temperatura y densidad del electrolito.

Los dos factores últimos que se han mencionado deben tenerse en cuenta cuando la batería está en utilización y, por lo tanto, no son características de diseño.

Generalmente los fabricantes definen la capacidad de las baterías en un régimen de descarga de 20 horas (C20).

— *Capacidad de descarga en 20 horas:* Es la capacidad que normalmente da el fabricante. Si se dice que la batería tiene 100 amperios hora, por ejemplo, esto significa que es capaz de suministrar 5 amperios en 20 horas.

La figura n.º 6 muestra la variación de tensión de un elemento de batería durante la descarga en 20 horas.

— *Descarga de arranque en frío:* Las peores condiciones de utilización de una batería montada en un vehículo son: a bajas temperaturas y en el momento del arranque. Con el frío se combina la disminución de la capacidad de la batería con el aumento de viscosidad del aceite del motor. Estos efectos son suficientes para que con una temperatura de –18 °C en una batería cargada, se reduzca su capacidad de arranque a un 45 por ciento del valor que tendría a 25 °C.

En la figura n.º 7 se puede apreciar el porcentaje de carga disponible de una batería en función de su temperatura.

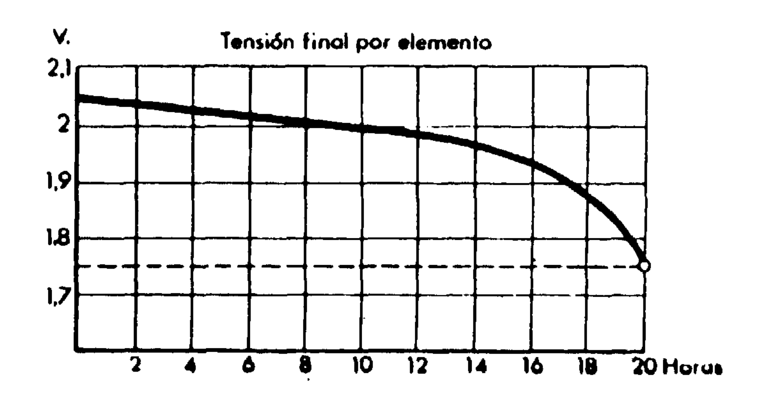


Figura 6

— *Pruebas de vida de una batería:* Para comprobar la duración de una batería, ésta es sometida a pruebas semejantes a las que luego va a tener que soportar en el vehículo, las más usuales son:

— resistencia a las vibraciones (la materia activa no debe desprenderse de las placas).

— ciclos de carga y descarga (se comprobará el envejecimiento de las placas).

— sobrecargas con intensidades determinadas (con lo que se comprobará la resistencia a la corrosión de las rejillas positivas).

1.2. Baterías de bajo mantenimiento

Los nuevos avances tecnológicos han permitido conseguir elementos de mayor calidad, y la mejora de las técnicas de fabricación ha permitido a su vez conseguir que una de las principales causas del envejecimiento prematuro de las baterías de plomo quede resuelta por medio de la disminución del contenido de antimonio que forma parte del armazón de las placas, consiguiéndose a su vez una menor autodescarga. (Ver figura n.º 7)

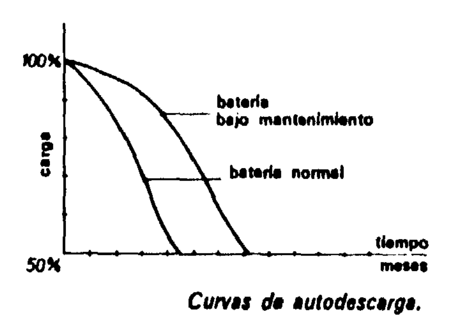
Las ventajas sobre las baterías de plomo normales son, entre otras:

— menor entretenimiento.

— mejores prestaciones en el arranque.

— mayor fuerza electromotriz.

— mayor duración.



Curvas de autodescarga.

Figura 7

1.3. Baterías sin entretenimiento

Un paso más adelante en la consecución de baterías de plomo de mejor calidad ha sido la sustitución definitiva del antinomio de las rejillas

por una aleación de calcio, con lo que se consiguen notables mejoras, como:

— menor corrosión de placas
— nula autodescarga
— nula adición de agua
— menor peso
— nula descarga en almacenaje

2. Acumuladores de Cadmio-Níquel

Tanto los materiales de construcción como las características obtenidas en estos acumuladores son diferentes a los anteriores estudiados.

— *El Monobloque.* Es de forma similar a las de plomo, pero el material de construcción en lugar de ser ebonita o polipropileno es acero niquelado.

— *Tapa.* La tapa es del mismo material que el monobloque y va soldada al mismo. Dispone de tantos orificios como celdas.

— *Placa positiva.* Son de forma rectangular, fabricadas en acero niquelado y con una serie de orificios verticales u horizontales, donde se introduce la materia activa correspondiente; en este caso hidróxido de niquel $Ni(OH)_2$ y esponja de níquel metálico puro (Ni).

— *Placa negativa.* Las placas negativas también son de forma rectangular disponiendo de una serie de bolsas de chapa perforada en las que se introduce cadmio (Cd).

— *Separadores.* Los separadores se interponen entre las placas positivas y negativas, y están fabricados en ebonita.

— *Electrolito.* Se compone de una solución al 20 por ciento de hidróxido potásico (KOH) con un 4 por ciento de Litio en agua destilada. La densidad es de 1,2.

2.1. Funcionamiento del acumulador en descarga

Durante el proceso de descarga el agua del electrólito reacciona con el óxido niquélico de las placas positivas para formar hidróxido. $Ni_2O_3 + 3H20 + 2\bar{e} \rightarrow 2Ni\ (OH)_2 + \overline{2OH}$. Pasando el ion hidroxilo (OH) a reaccionar con el potasio formando hidróxido potásico (KOH). En la placa negativa el cadmio reacciona con el ion OH del electrólito formándose nuevamente hidróxido de cadmio.

$$Cd^{++} + 20\bar{H} \rightarrow Cd(OH)_2$$

Por lo tanto la reacción completa será:

$$Cd + NMi_2O_3 + 3H_2O \rightarrow 2Ni(OH)_2 + Cd(OH)_2$$

2.2. Funcionamiento del acumulador en carga

Durante la carga el (CdO) de la placa negativa forma con el agua el electrólito el $Cd(OH)_2$.

$$Cd(OH)_2 \rightarrow Cd^{++} + 2OOH^-$$

En la placa positiva, el hidróxido de níquel reacciona con los iones $(OH)^-$ del hidróxido potásico.

$$2Ni\,(OH)_2 + 2OH^- \rightarrow NiO_3 + 3HO + 2e^-$$

$$2Ni(OH)_2 + Fe(OH)_2 \rightarrow Fe + Ni_2O_3 + 3H_2O$$

2.3. Ventajas e inconvenientes de estos acumuladores

Se pueden citar las siguientes ventajas de estos acumuladores respecto a los de plomo:

— larga vida (muchísimo mayor que las de plomo)

— se pueden poner en cortocircuito, sin que por ello sufran ningún deterioro.

— ausencia de ataque del electrólito a las placas

— no sufren deterioro por inversión de polaridad

— menor peso

— ausencia de problemas por choques o vibraciones

— ausencia casi total de entrenimiento

En cuanto a los inconvenientes más acusados podemos citar:

— menor tensión eficaz en bornes que las de plomo (entre 0,4 y 0,5 voltios) lo que implica mayor número de elementos para una determinada tensión.

— mayor costo de fabricación

— menor rendimiento útil de su capacidad en descarga.

3. Acumuladores de Ferro-Níquel

Estos acumuladores son idénticos a los de cadmio y níquel, por lo tanto todo lo descrito en el apartado anterior es extensible a este tipo de acumuladores.

Bibliografía

SANZ GONZÁLEZ, Ángel: *Tecnología de la Automoción 2-1.* Ed. Bruño, Barcelona, 1980.

Baterías de arranque. Manual de servicio n.º 8. FEMSA.